



Condicionamento da Biomassa através do processo de Torrefação para injeção na Gaseificação: aspectos fundamentais

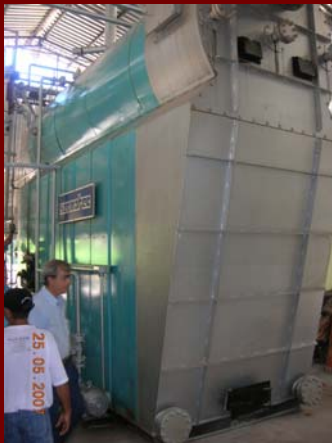
Curitiba, Paraná, Brasil
24-26 de junho de 2008

Dr Patrick Rousset
Cirad (Centro de Cooperação Internacional
em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento)



Generalidades

O uso energético da biomassa pode ser :

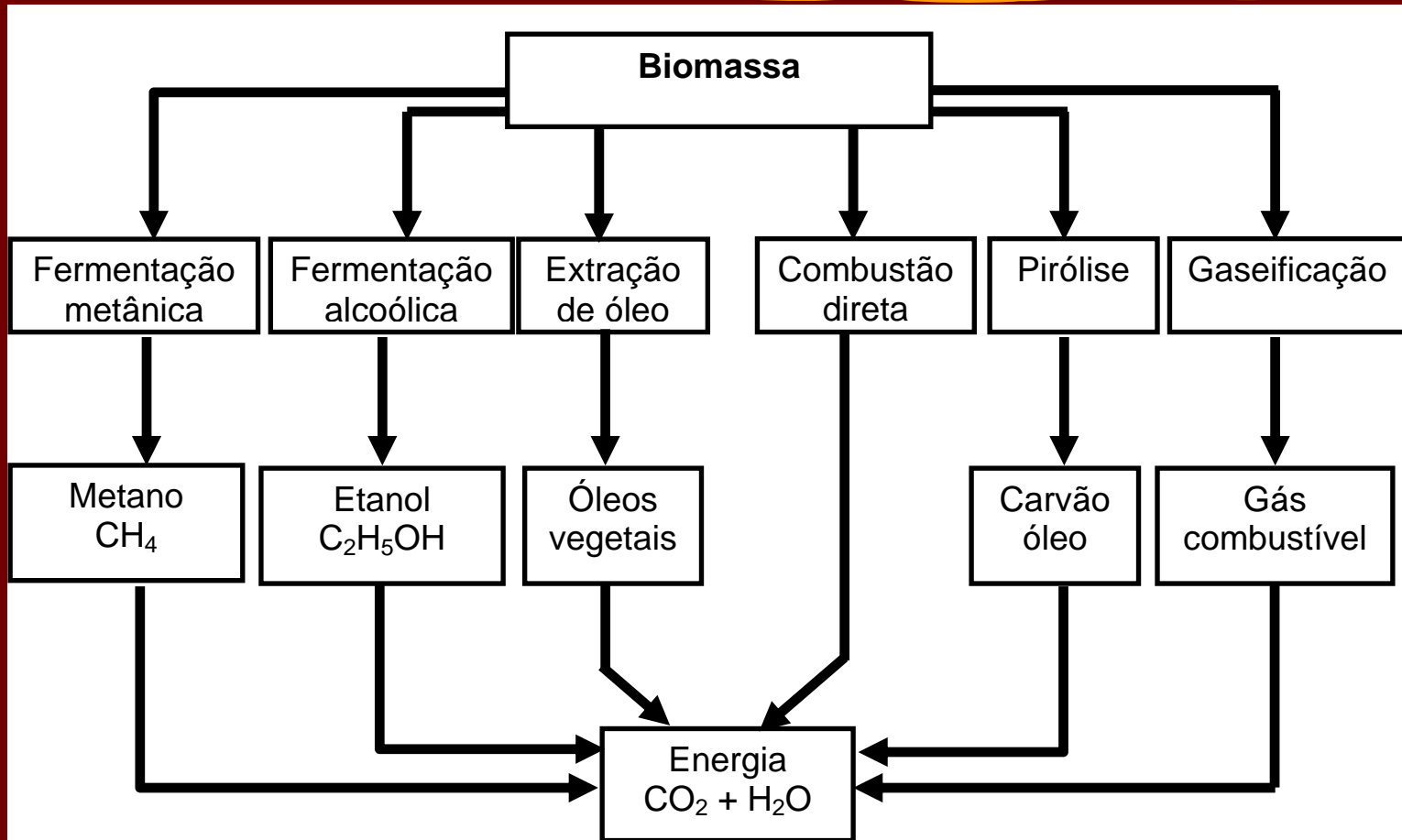


- de forma direta, pela combustão,



ou indireta, pelos processos de conversão para a produção de combustíveis energeticamente mais densos (sólido, líquido ou gasoso).

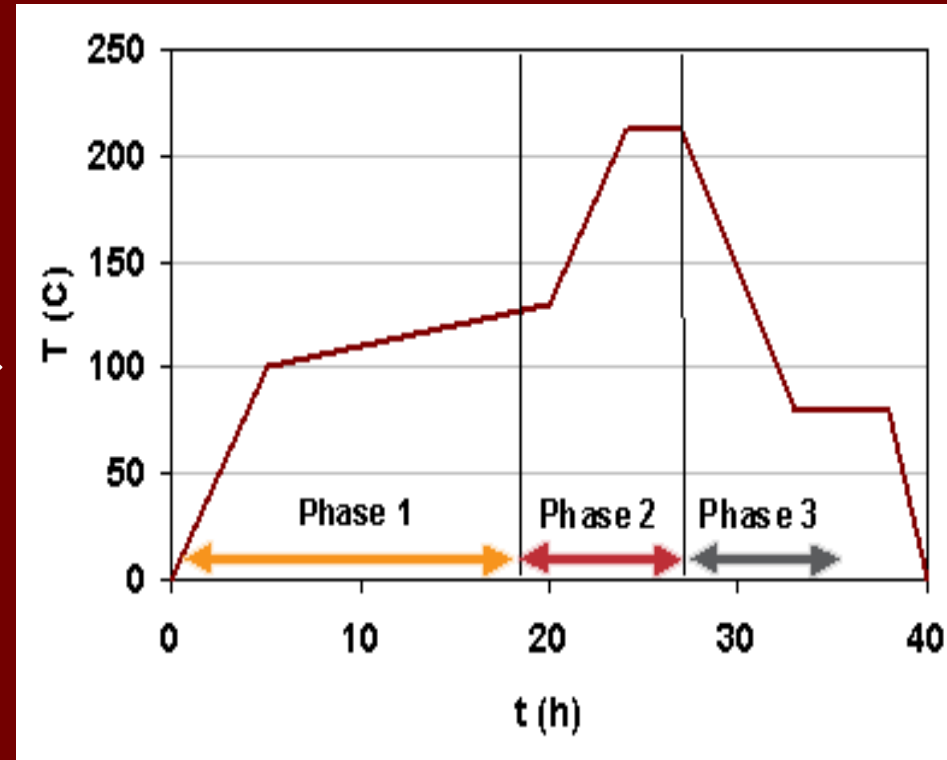
Biomassa –conversões térmicas



A biomassa pode ser energeticamente convertida em biocombustíveis basicamente por duas vias: a via termoquímica e a via bioquímica

A torrefação :

- Tratamento térmico caracteriza-se pela ausência parcial ou completa de agentes oxidantes (ar),
- Fase inicial da pirólise (Ate 280°C) que visa a produção de um combustível sólido.



Fases da pirólise

Fase	Temperatura (°C)	Produtos
I (endotérmica)	Até 200	Água (secagem)
II (endotérmica)	200 a 270-280	Água e ácido acético
III (exotérmica)	280 a 350-380	Carvão, ácido acético, metanol e alcatrão leve
IV (exotérmica)	380 a 500	Carvão e alcatrão
V (exotérmica)	Acima de 500	Degradação do carvão

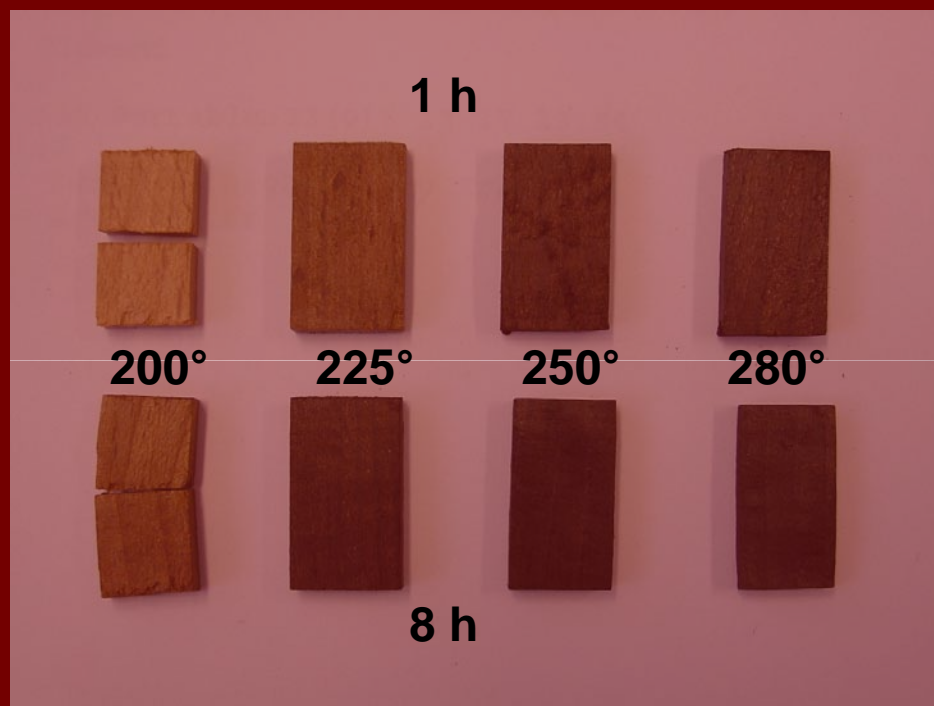
Histórico da torrefação

- 1973 : Primeiro choque petróleo : valorização energética
- 1980 : valorização como madeira tratada
- 1990 até hoje : desenvolvimento industrial : produção marginal
- 2005 até hoje : valorização energética



Torrefação

Todas as propriedades da madeira sofrem alterações graduais de acordo com o aumento da temperatura. A torrefação é justamente o meio pelo qual se busca tais alterações.



amostras torrificadas entre 200 e 280°C

Propriedades da madeira torrificada

Propriedades energéticas:

Rendimento gravimétrico elevado: 74%

Rendimento energético favorável: 90%

Poder calorífico superior: 23 800 kJ/kg

Análise imediata:

% C: 30

% voláteis: 68

% cinzas: 0,35

Propriedades físicas e mecânicas:

Diminuição da higroscopicidade

Aumento da estabilidade dimensional

Alterações das propriedades mecânicas

Objetivos da pesquisa

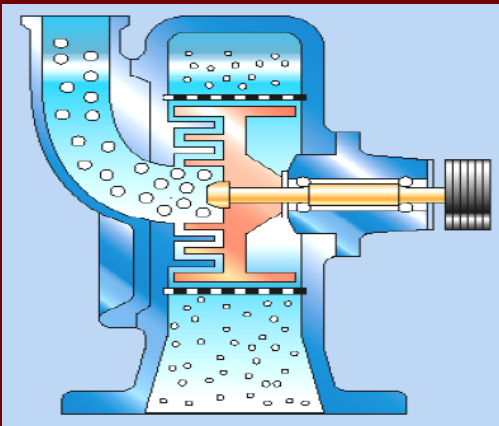
Objetivos globais:

- Pré-condicionamento da biomassa para a produção de biocombustíveis através do processo de gaseificação (leito fluidizado circulante: alta pressão, alta temperatura, micro-partículas $<100\mu\text{m}$, tempo de residência curto – 4s)



Objetivos específicos:

- Avaliar os efeitos da torrefação sobre as propriedades físicas e mecânicas como a friabilidade a fim de usar direto na gaseificação ou em formação de uma massa multi-fásica (líquida, sólida e gás)
- Estabelecer um balanço energético

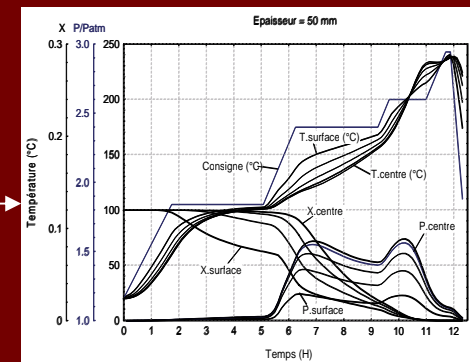
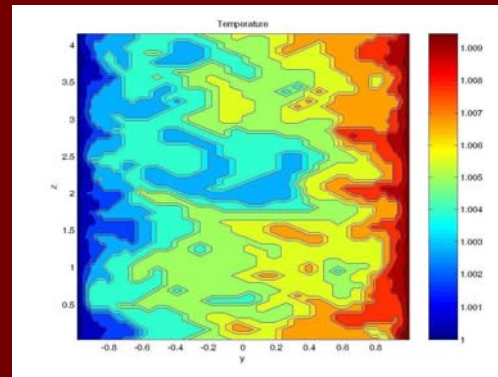
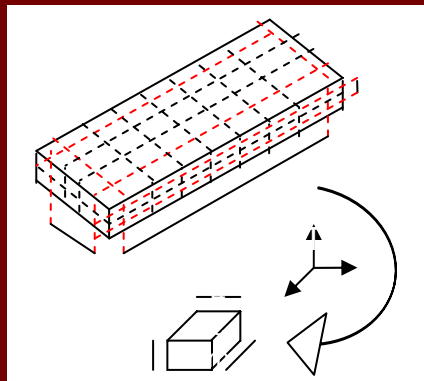


Pesquisas fundamentais

Entender as modificações químicas, físicas e mecânicas passa pela estudo do processo à escala da micro e macro partícula

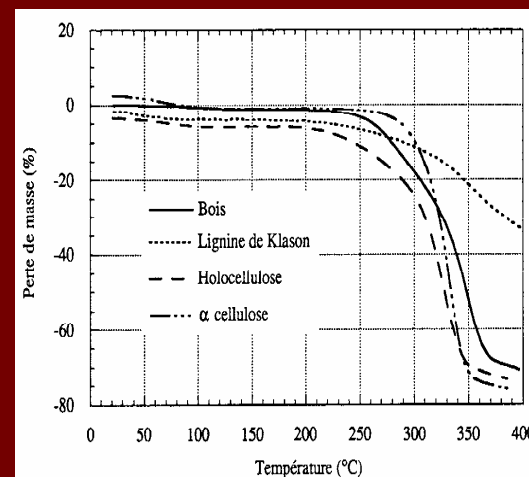
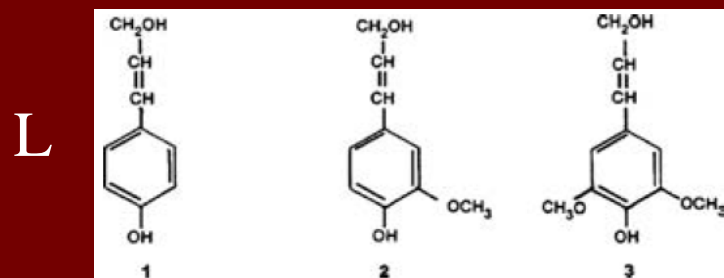
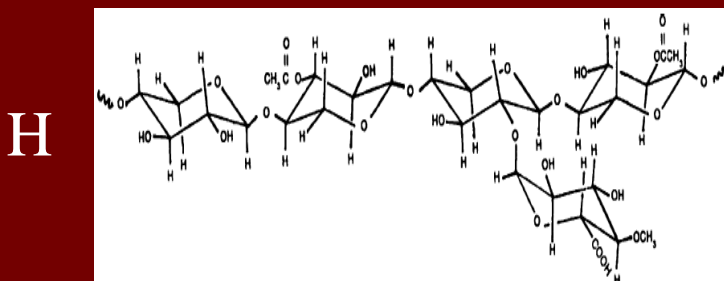
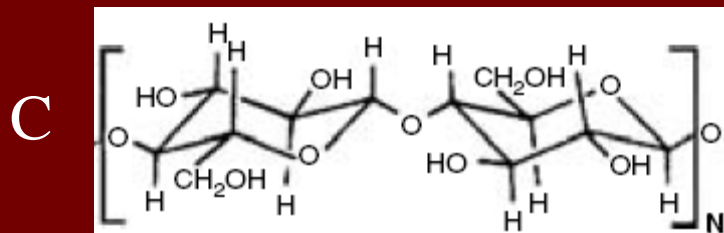


Necessita de uma ferramenta numérica adaptada para modelizar os eventos que acontecem durante a torrefação
Ferramenta: Usamos um código numérico de secagem chamado “TransPore” (Perré, 1994)



Pesquisas fundamentais

Originalidade desse trabalho: estudar a degradação de cada componente da madeira (C, H e L) no lugar de uma aproximação global (sólido, gás, carvão)



Prever as propriedades da madeira torrificada

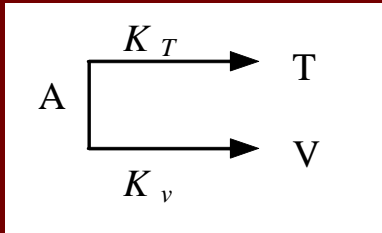


Tábua
0 – 100
mm

	Celulose	Hemicelulose	Lignina
	%		
Coníferas	40 a 45	7 a 14	26 a 34
Folhosas	38 a 49	19 a 26	23 a 30

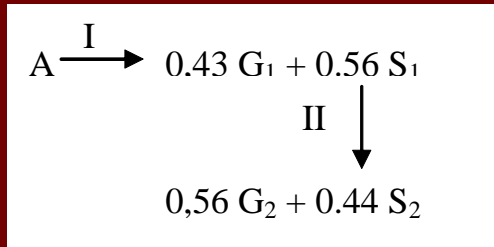
Parâmetros do modelo de pirólise

1 - Celulose: modelo de B-S modificado por Varehgyi (1989)



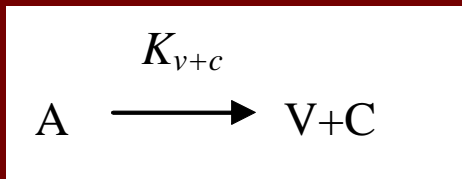
$$\begin{aligned} E_T &= 147 \text{ kJ/mol} \\ A_T &= 2.51.10^9 \text{ s}^{-1} \\ E_v &= 238 \text{ kJ/mol} \\ A_v &= 1.25.10^{18} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

2 - Hemicelulose : modelo de Varehgyi (1989)



$$\begin{aligned} E_I &= 193 \text{ kJ/mol} \\ A_I &= 7,94.10^{16} \text{ s}^{-1} \\ E_{II} &= 95 \text{ kJ/mol} \\ A_{II} &= 5,01.10^6 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

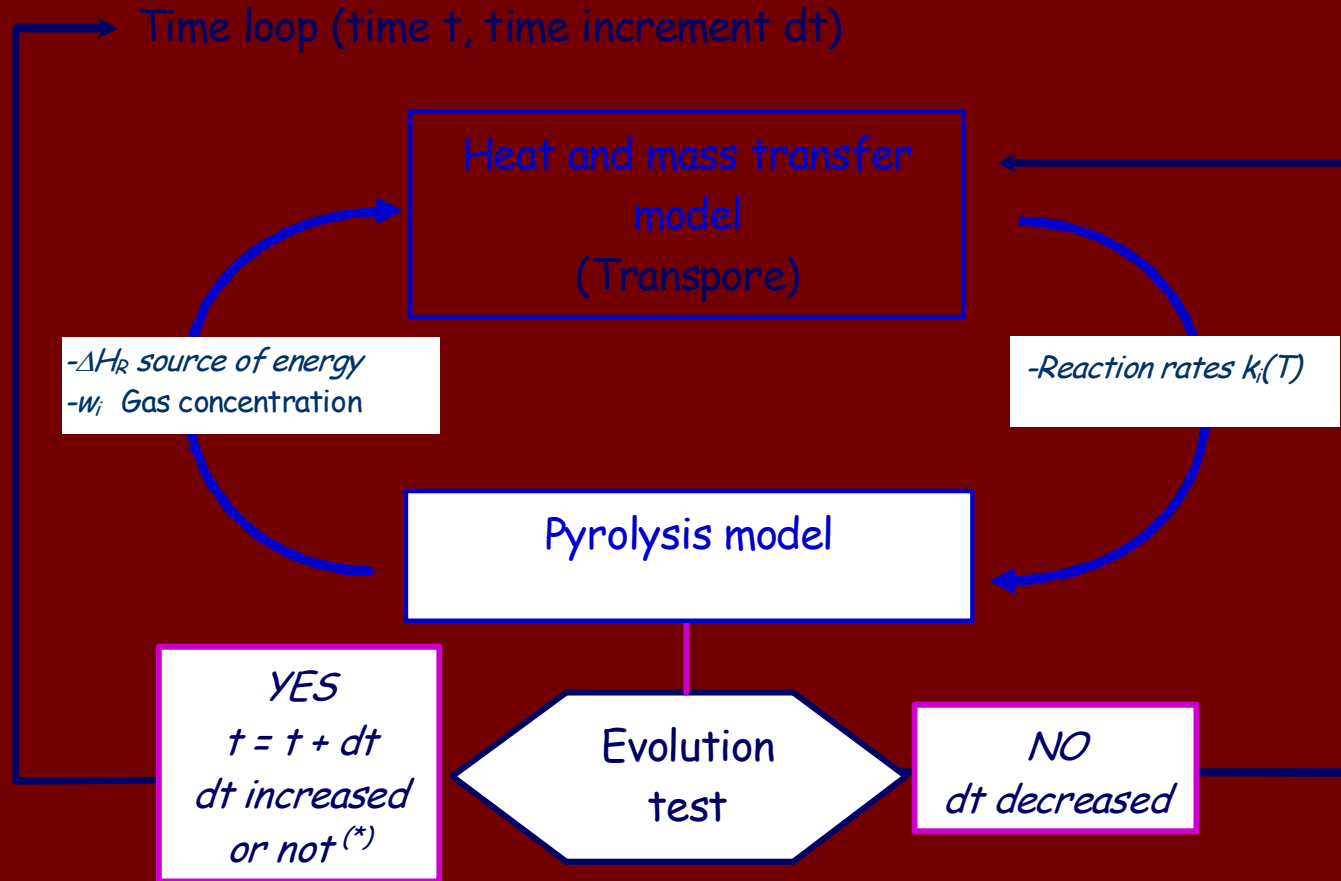
3 - Lignina : modelo de Williams (1993)



$$\begin{aligned} E_{v+c} &= 124.3 \text{ kJ/mol} \\ A_{v+c} &= 2.77.10^7 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

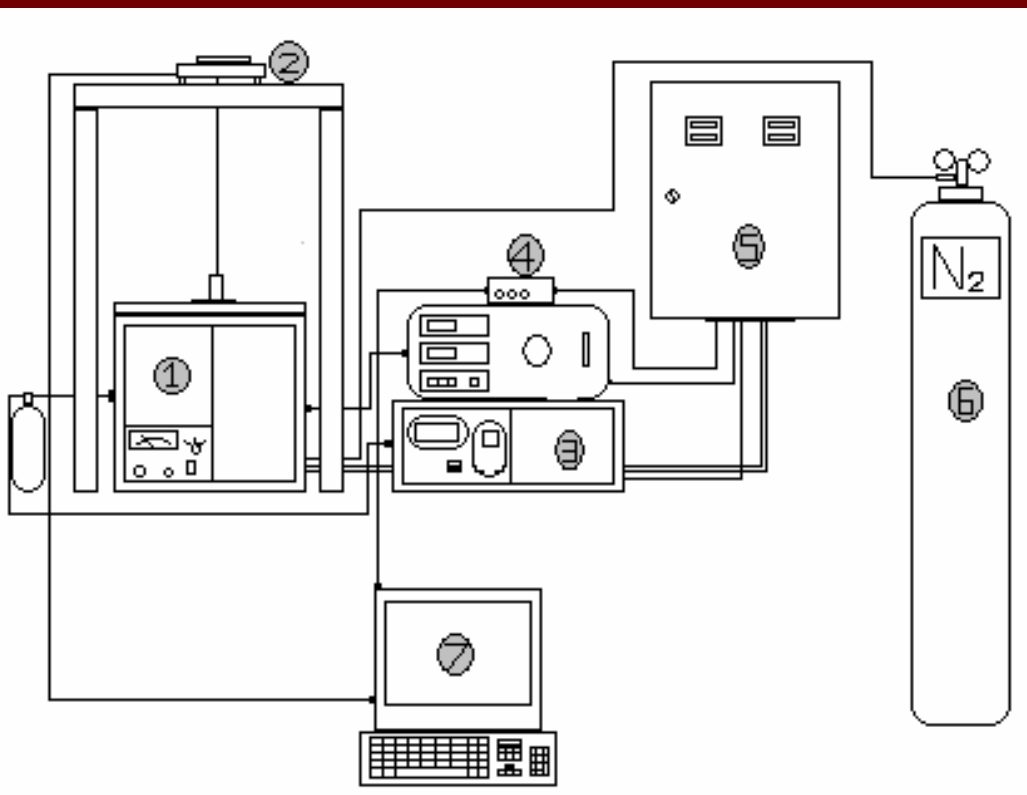
Modelo de
pirólise com 7
reações
químicas

Procedimento de cálculo



^(*) depending on the convergence rate

Metodologia experimental: Reator de pirólise



1 – Reator de torrefação

2 – Balança eletrônica

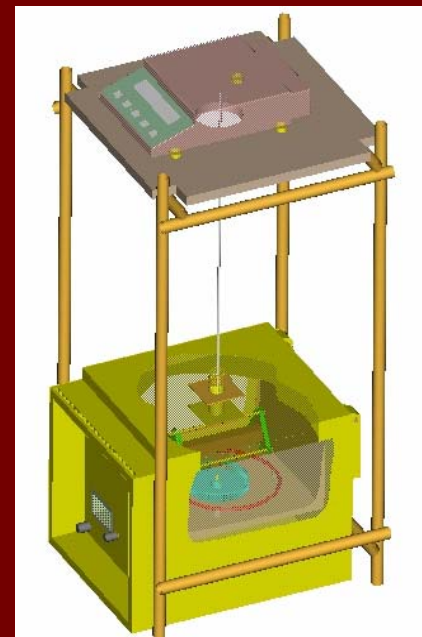
3 – Analisador de O_2

4 – Conversor

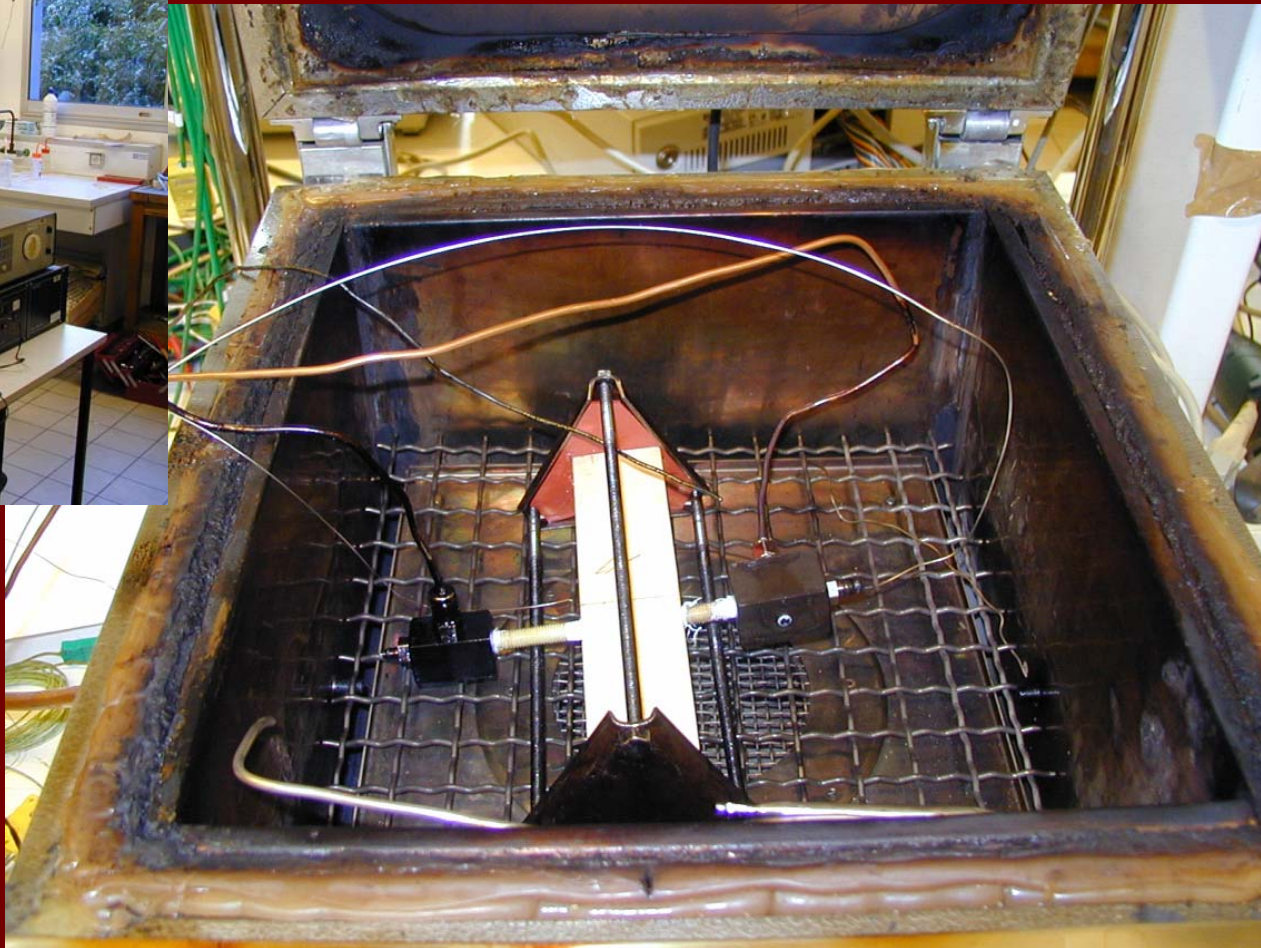
5 – Armário de controle

6 – Cilindro de N_2

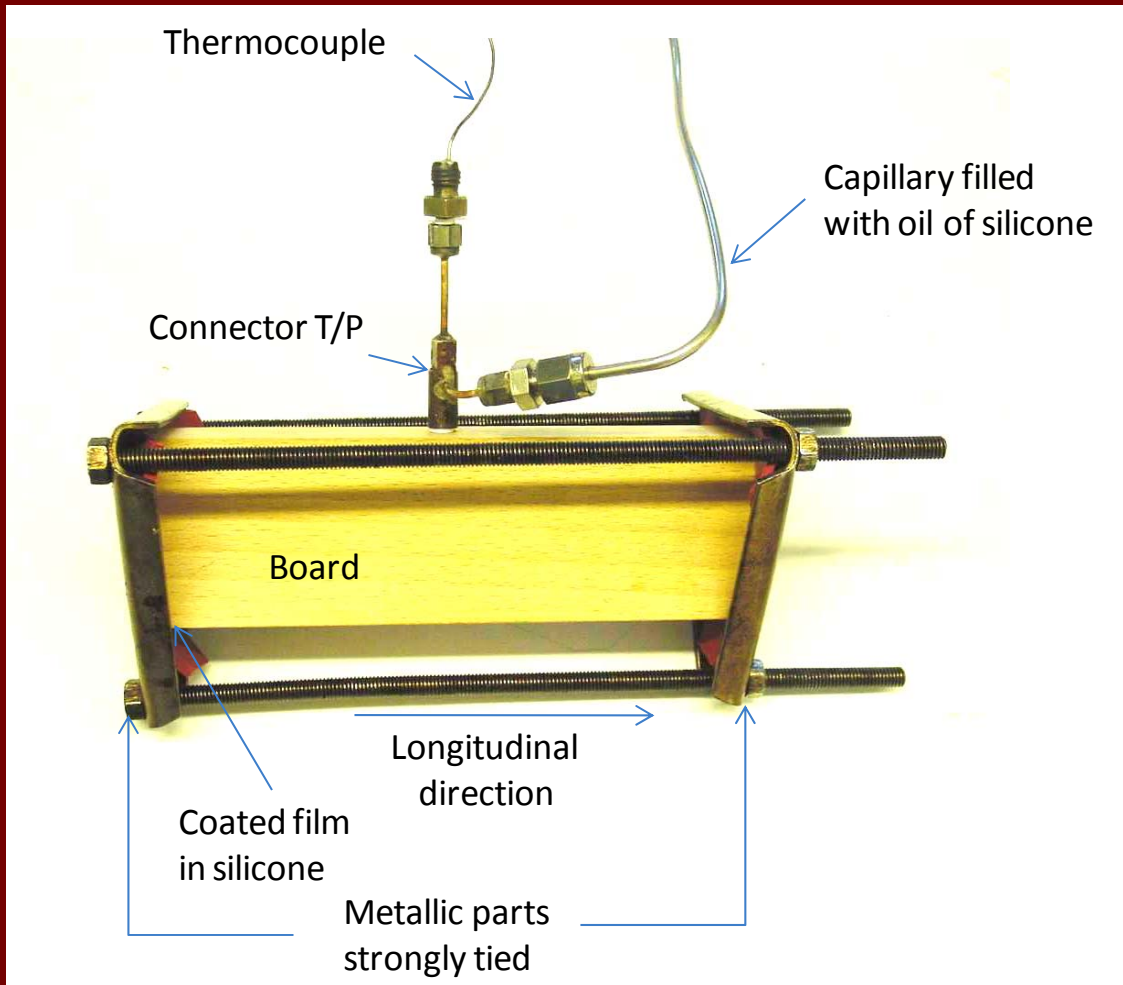
7 – Computador



Metodologia experimental: T e P



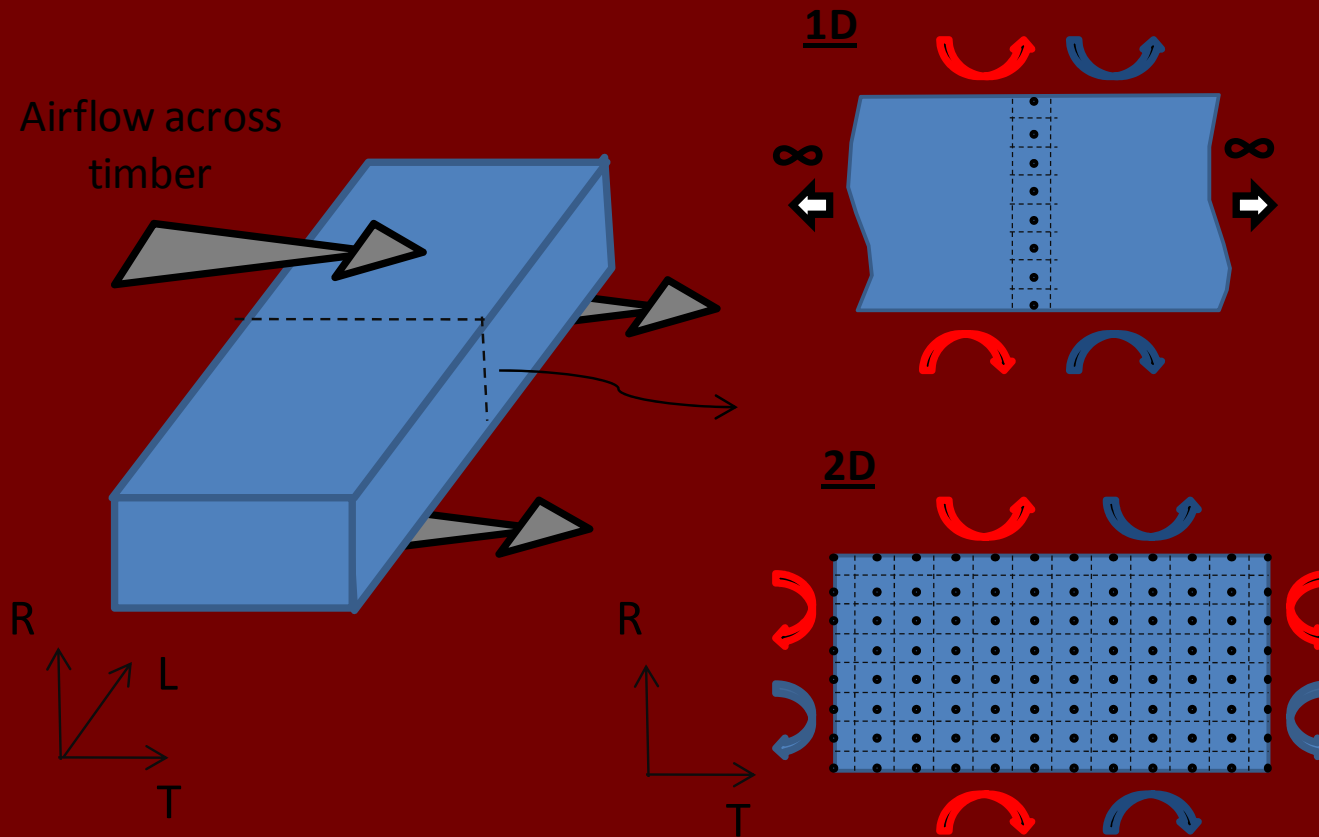
Metodologia experimental: T e P



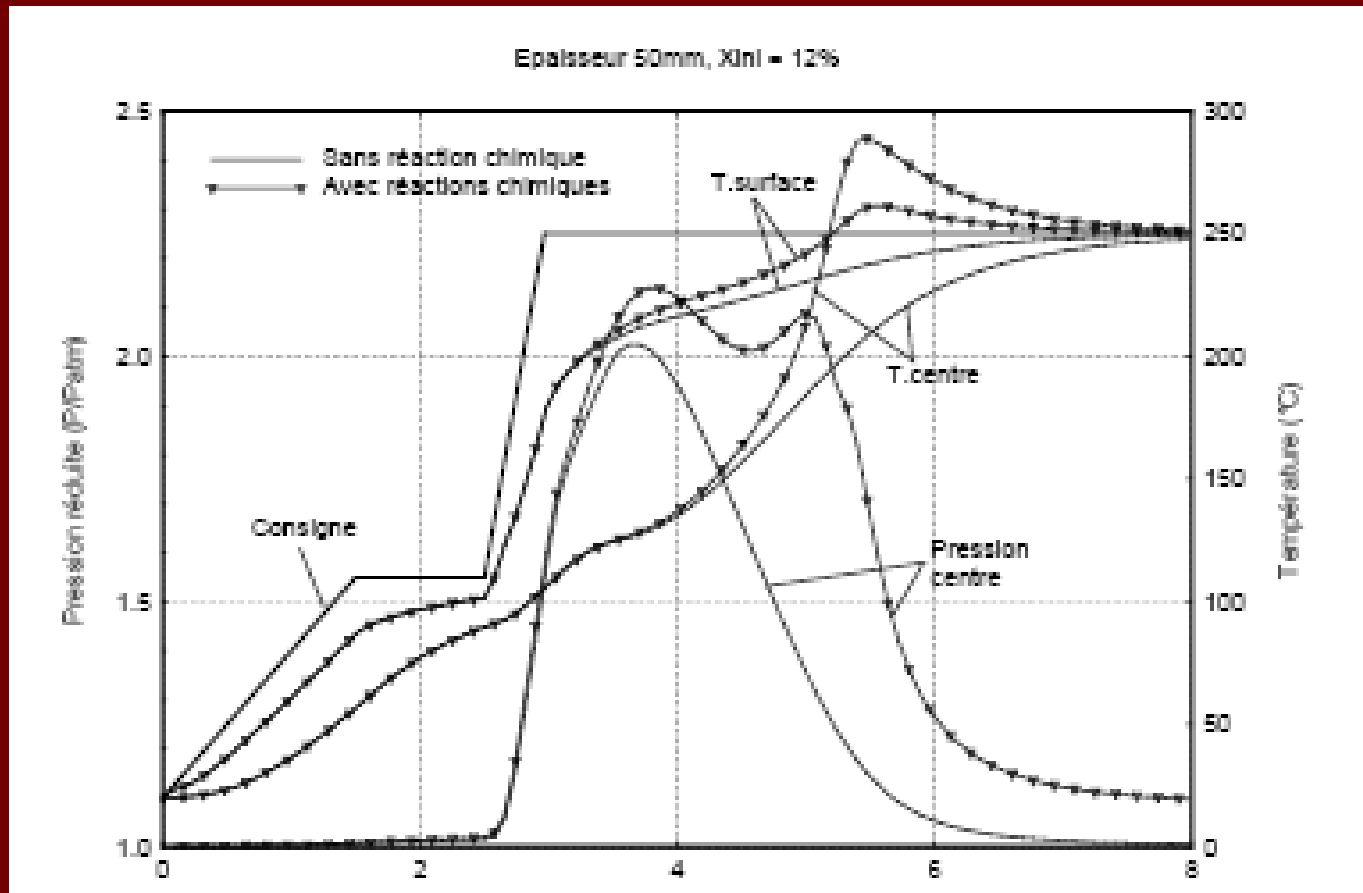
Montagem específica para medir a temperatura e a pressão no mesmo ponto.

As placas de aço com silicone nas extremidades oferecem a possibilidade de trabalhar com amostras de comprimento pequeno em relação a direção longitudinal

Princípio de modelação 1D e 2D

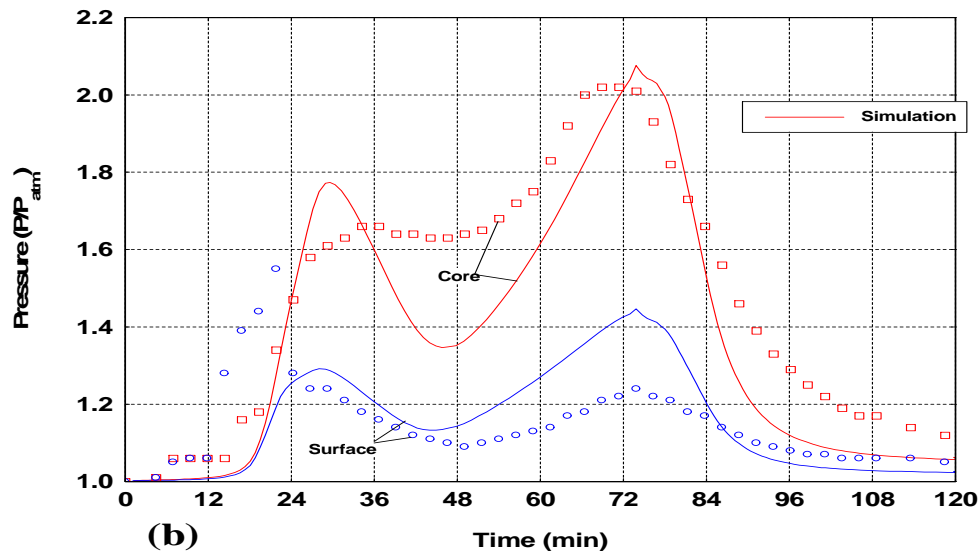
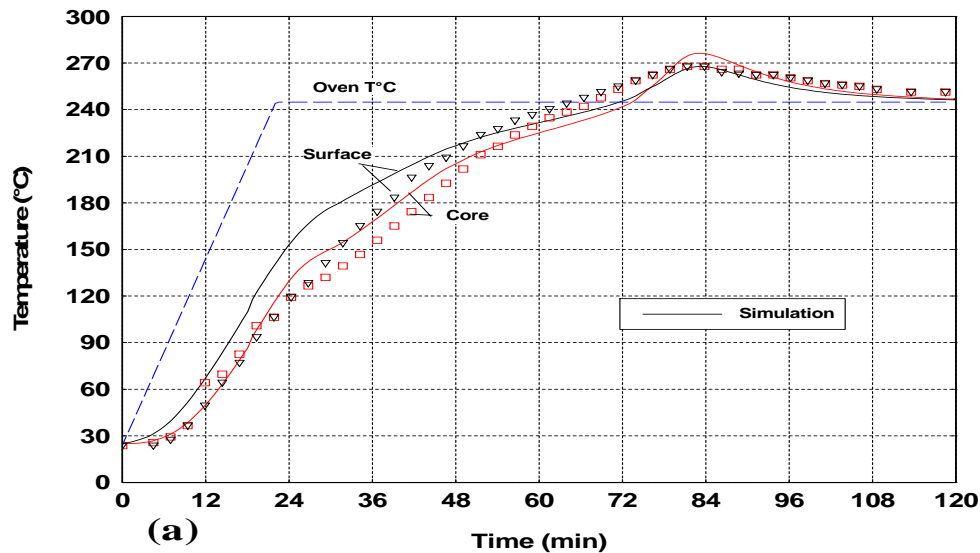


Pranchas com superfície de troca de calor segundo uma ou duas direções.



Comparação das curvas teóricas usando o código com e sem as reações químicas.

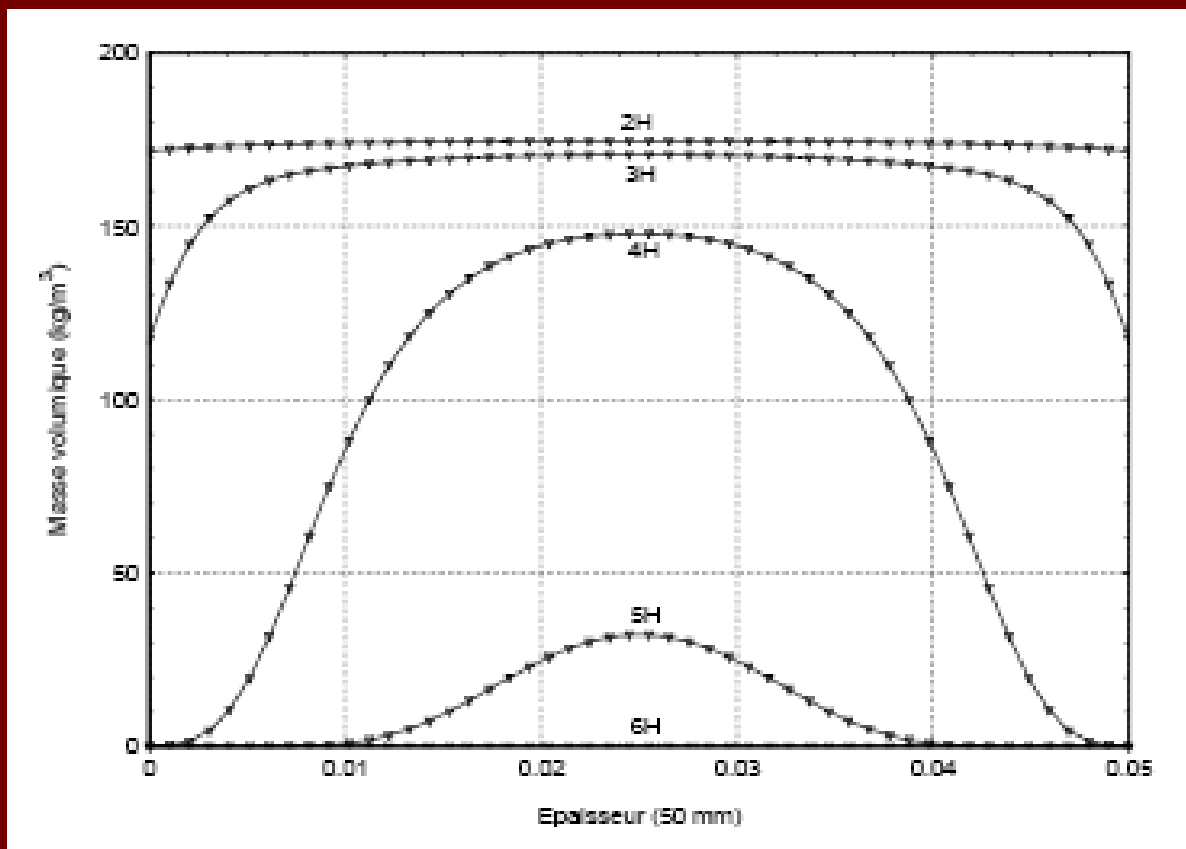
Resultados: Curvas teóricas de temperatura e de pressão no corpo de prova



Fenômeno de exotermia

Duplo pico de pressão devido a evaporação da água e a produção do gás de pirólise

Resultados: hemiceluloses

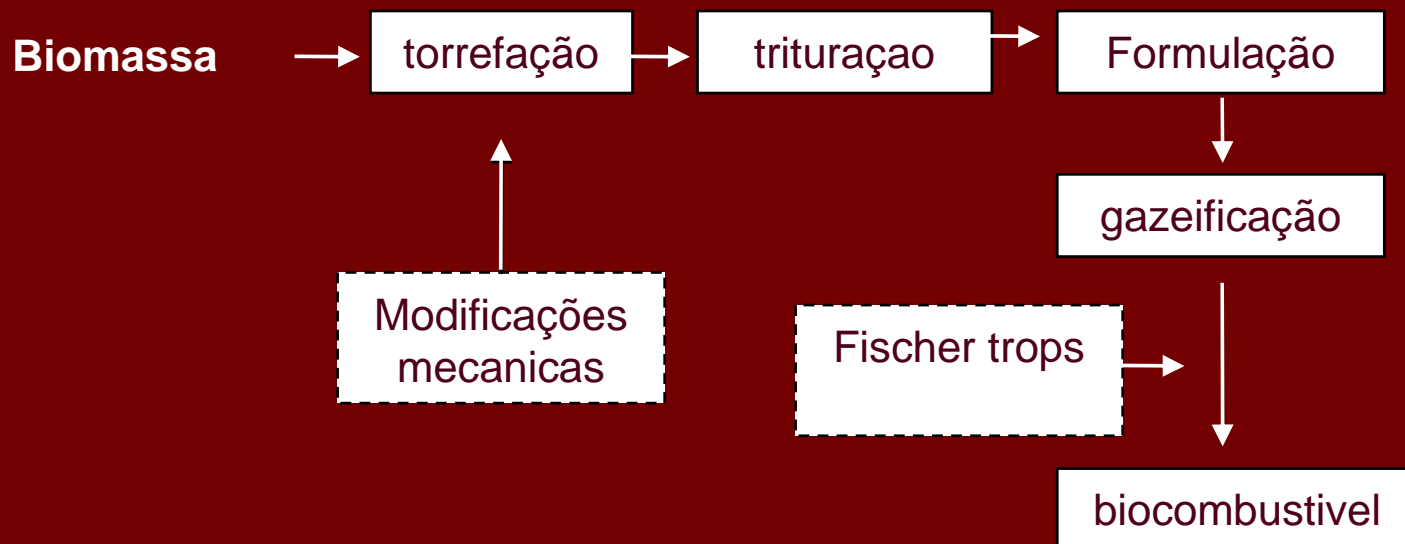


Perfil de degradação das hemiceluloses versus tempo a 250°C e 5h

Conclusões e perspectivas

Conclusões:

- Modelo adaptado para a torrefação
- Possibilidade de predição dos perfis de temperatura, massa e de pressão na madeira
- Associar as propriedades mecânicas à degradação dos componentes da madeira e modelizar propriedades como friabilidade que interessem ao projeto final.





Obrigado

Condicionamento da Biomassa através do processo de Torrefação para injeção na Gaseificação: aspectos fundamentais

Curitiba, Paraná, Brasil
24-26 de junho de 2008

Dr Patrick Rousset
Cirad

